

## ARTÍCULO CIENTÍFICO

Reproductive phenology, floral biology and flower visitors in mango (*Mangifera indica* L.) crop Hilacha and Tommy Atkins cultivars in the Upper Magdalena Valley (Colombia)

Jenny Paola Corredor P.<sup>1</sup>, Jairo García L.<sup>2</sup>

## ABSTRACT

In order to advance the knowledge of the mango's reproductive biology in tropical environmental conditions; phenological development, morphological characterization, anthesis, grain pollen description and floral visitors were assessed in the mango cultivars Hilacha and Tommy Atkins in the Upper Magdalena Valley region (Colombia). Results showed that these cultivars did not differ in their phenological development from bud to fruit formation. However, differences in the number of days required for fruit formation were observed, ('Hilacha'  $55.9 \pm 2.7$  days; 'Tommy Atkins'  $78.6 \pm 3.3$  days). In addition, differences were found in morphological characterization, regarding shape, width and length of the panicle, hair density and the degree of branching of the inflorescence. The anthesis event, took place mostly between 17:00 h and 7:00 h, indicating a greater preference to dark conditions and lower temperatures (night or early morning). Moreover, the average size of pollen grains was  $31 \pm 0.2 \mu\text{m}$  for the two cultivars; grain viability was 85.5% for 'Hilacha' and 83.4% for 'Tommy Atkins'. On average, there were  $1,313 \pm 100$  grains per anther for 'Hilacha' and  $1,002 \pm 94$  for 'Tommy Atkins'. Among flower visitors, six taxonomic orders were observed: Coleoptera, Diptera, Hemiptera, Homoptera, Hymenoptera and Lepidoptera; and the Arachnida class.

**Keywords:** anthesis, morphological characterization, panicle, pollen.

Fenología reproductiva, biología floral y visitantes florales en los cultivares de mango (*Mangifera indica* L.) Hilacha y Tommy Atkins en el valle del alto Magdalena (Colombia)

## RESUMEN

Con el fin de ampliar el conocimiento de la biología reproductiva del mango en las condiciones ambientales del trópico, se evaluó en la región del valle del alto Magdalena (Colombia) en los cultivares de mango Hilacha y Tommy Atkins el desarrollo fenológico, caracterización morfológica, anthesis, descripción del grano de polen y visitantes florales. Los resultados muestran que los cultivares no difieren en los cambios fenológicos que presentan durante el desarrollo de la yema hasta la formación del fruto, sin embargo, se observaron diferencias en el número de días requeridos para la formación del fruto ('Hilacha'  $55,9 \pm 2,7$  días; 'Tommy Atkins'  $78,6 \pm 3,3$  días). Además, se encontraron discrepancias en la caracterización morfológica tanto en la forma, ancho y largo de la panícula, densidad de pelos de la panícula y el grado de ramificación de la inflorescencia. El evento de anthesis se presentó mayormente entre las 17:00 h y las 7:00 h, indicando una mayor ocurrencia en condiciones de oscuridad y de menor temperatura (en la noche y en las primeras horas de la mañana). Por otra parte, el promedio del tamaño del grano de polen fue de  $31 \pm 0,2 \mu\text{m}$  para los dos cultivares; la viabilidad de los granos fue de 85,5% para 'Hilacha' y 83,4% para 'Tommy Atkins'. En promedio se registraron  $1.313 \pm 100$  granos por antera para 'Hilacha' y  $1.002 \pm 94$  para 'Tommy Atkins'. Entre los visitantes florales se encontraron seis ordenes taxonómicos: Coleoptera, Diptera, Hemiptera, Homoptera, Himenoptera y Lepidoptera y la clase Arachnida.

**Palabras clave:** anthesis, caracterización morfológica, panícula, polen.

## INTRODUCCIÓN

La biología reproductiva implica el conocimiento de los aspectos morfológicos, fisiológicos y genéticos que determinan el comportamiento reproductivo sexual de una especie vegetal, permitiendo determinar la estructura floral y los hábitos de polinización natural (Muñoz, 2002). Este conocimiento es de primordial importancia para afrontar actividades relacionadas con el mejoramiento y fisiología de los cultivos, ya que cambios aparentemente insignificantes pueden representar avances extraordinarios en el mejoramiento genético de cualquier especie (Bastidas y Peña, 1999).

El mango, *Mangifera indica* L., originario de Asia tropical, se ha introducido en zonas donde el clima es cálido y húmedo, y ahora está completamente naturalizado en muchas regiones tropicales y subtropicales (Ross, 1999). Se pueden distinguir dos grupos con base en el modo de reproducción en mango: un grupo con una semilla

Fecha de recepción 2010-09-23  
Fecha de aceptación 2010-10-19

<sup>1</sup> Programa Recursos Genéticos Vegetales, Universidad Federal de Santa Catarina - UFSC. Florianópolis (Brasil). jennypaolacp@gmail.com

<sup>2</sup> Centro de Investigación Nataima, Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria - Corpoica. Espinal (Colombia). jgarcia@corpoica.org.co

monoembrionica y un grupo con semillas poliembrínicas (Litz, 1997). Las semillas monoembrínicas contienen un embrión cigótico y las poliembrínicas contienen generalmente solo uno cigótico y otros que se generan de la nucela o tejido maternal (Rodríguez *et al.*, 2002). Actualmente estos dos grupos están presentes en diferentes lugares del mundo, y son cultivados para el consumo del hombre.

Estudios relativos a la biología floral del mango se desarrollaron a partir del inicio del siglo XX, y están relacionados con varios aspectos como la caracterización de la flor (Juliano y Cuevas, 1932; Mukherjee, 1953), apertura floral (Spencer y Kinnard, 1956) y polinización (Poppenoe, 1917; Young, 1942; Sturrock, 1944). En los últimos años, se han seguido realizando estudios relacionados, algunos en el trópico (Bally, 2006; Siqueira *et al.*, 2008; Sousa *et al.*, 2010), y otros principalmente bajo condiciones subtropicales (Bahtia *et al.*, 1995; Dag y Gazit, 2000). Es posible que la información en áreas subtropicales poco aporte a la realidad de nuestros cultivos. Sergent *et al.* (1993), indican que en cultivos perennes se ha demostrado que las condiciones de radiación, precipitación y temperatura tienen primordial influencia sobre la floración y calidad de los frutos. Según Ramírez y Davenport (2010), la floración del mango ocurre en respuesta a la edad del último flujo vegetativo en condiciones tropicales, y en condiciones subtropicales la floración es inducida por bajas temperaturas. En el trópico, el crecimiento de mango es asincrónico, presentando a veces flores, frutos y yemas en latencia al mismo tiempo en diferentes partes de la copa del árbol (Davenport, 2009). Para obtener información complementaria sobre la biología reproductiva del mango bajo nuestras condiciones ambientales del trópico, se evaluaron en dos cultivares de mango (Hilacha y Tommy Atkins) con los siguientes aspectos: desarrollo fenológico, caracterización morfológica, anthesis, descripción del grano de polen y visitantes florales, a fin de contribuir con la información necesaria para dar solución a problemas relacionados con la reproducción, el mejoramiento y la fisiología del cultivo.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Los experimentos se realizaron en dos cultivares de mango. El mango criollo Hilacha (variedad poliembrionica) y el mango mejorado Tommy Atkins (variedad monoembrionica), ubicados el lote II-3 del Centro de Investigación Nataima- Corpoica (Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria) ubicado en las coordenadas geográficas: 4° 12' 56" N y 72° 56' 3" O. Nataima se ubica en el centro-oriente del departamento del Tolima y tiene como área de influencia el valle cálido del alto Magdalena, que comprende los departamentos de Tolima, Huila y Sur-Occidente de Cundinamarca. Presenta un clima cálido seco, 430 metros sobre el nivel del mar, temperatura promedio

de 28°C, humedad relativa promedio de 70% y precipitación anual de 1300 mm (bimodal), con periodos secos en los meses de diciembre a enero y de junio a agosto y lluviosos en los meses de marzo a mayo y de septiembre a noviembre (IGAC, 2004). Los árboles seleccionados habían alcanzado el estado adulto (> 10 años) y presentaban una altura de 6 m aproximadamente. Los cultivares estaban establecidos a 10 x 10 m, en un terreno plano sin riego ni fertilizantes. Las variables estudiadas fueron las siguientes:

**Desarrollo fenológico:** Al iniciar el experimento, los árboles seleccionados presentaban pocos flujos vegetativos y muchas ramas en latencia. Se seleccionaron 4 árboles por cultivar y de estos se marcaron en total 135 yemas utilizando cintas de plástico, con el fin de realizar el seguimiento del desarrollo en intervalos de 2 a 3 días. Los datos se registraron durante los meses de abril a diciembre del año 2009. Cuando se formó la inflorescencia se realizaron medidas de longitud (cm). Igualmente, cuando se formó el fruto se tomaron los datos del largo (cm), ancho (cm) y grosor (cm), además del número de frutos formados finalmente por inflorescencia. Para el análisis fenológico, se usó como base el código BBCH (Meier, 2001), un sistema de codificación fenológica para estadios de crecimiento para las plantas. Para las observaciones en campo se utilizó una escalera de aluminio de 4 m y se realizó un registro fotográfico para cada etapa de desarrollo.

**Caracterización morfológica:** Se colectaron de 5 árboles de cada cultivar, 5 inflorescencias, que se caracterizaron aplicando 34 descriptores morfológicos (Corredor, 2008): posición de la panícula; hábito de crecimiento de la panícula; peso; densidad de flores; número total de flores; número de flores hermafroditas; número de flores masculinas; porcentaje de flores hermafroditas; relación de flor hermafrodita-masculina; ubicación del mayor porcentaje de flores hermafroditas; número de raquillas secundarias; número de raquillas terciarias; tamaño de la panícula; ancho de la panícula; forma de la panícula; tipo de brote; presencia de brácteas; longitud del pedúnculo; ancho del pedúnculo; color de la panícula en la parte expuesta al sol; color de la panícula en la parte sombreada; pilosidad de la panícula; densidad de pelos en la panícula; fragancia en las flores; color de los pétalos; número de pétalos; número de sépalos; tamaño de la flor; forma del disco; posición relativa estambre fértil-pistilo; longitud del pistilo; longitud del estambre fértil; longitud del estambre fértil en relación al pistilo; número de estambres.

**Antesis:** Para el seguimiento de la anthesis, se marcaron 5 árboles por cultivar, y en cada uno de ellos 3 panículas al azar. El conteo de apertura floral se inició el 24 de agosto, y se realizó durante 4 días en intervalos de 2 horas entre

las 7:00 h y 17:00 h y un único intervalo de 14 horas entre las 17:00 h y las 7:00 h. Las flores se consideraron abiertas cuando los verticilos reproductivos (anteras y estigmas) estaban expuestos, aun cuando los pétalos no estén completamente extendidos (Lenza y Oliveira, 2005).

**Descripción del polen:** Para cada cultivar, se seleccionaron 5 árboles y de cada uno 3 inflorescencias. Se tomaron 2 botones de cada panícula para evaluar la viabilidad de los granos de polen (30 por cultivar), mediante el uso del carmín acético (2%) aplicado por 1 minuto y contando 300 granos por lamina. Los granos de polen viables se presentaron coloridos, con mayor tamaño y con formato regular. Los que no entraban en esta clasificación fueron considerados inviables (Radford *et al.*, 1974; Silva *et al.*, 2001). El carmín acético es un colorante de los componentes del citoplasma, por tanto solamente las células con una membrana intacta y funcional pueden ser coloreadas (Blas *et al.*, 2006). Estas mismas láminas se usaron para determinar el tamaño del polen, usando un ocular micrométrico y el *software* de evaluación micromorfométrica QuantPoros 1.0. Para evaluar el número de granos de polen, se seleccionaron 7 árboles por cultivar, y de cada uno 3 inflorescencias. De estas, se seleccionaron 2 botones en pre anthesis, para realizar el montaje en láminas y el conteo con la cámara de Neubauer.

**Colecta de los visitantes florales:** Se usó una técnica de colecta directa, con una red entomológica. La colecta se realizó durante 1 día del mes de agosto en los siguientes horarios: 8:00 h a 9:00 h; 11:00 h a 12:00 h; 14:00 h a 15:00 h; 17:00 h a 18:00 h. Para cada horario de colecta se seleccionaron 3 árboles por cultivar y de cada uno 3 inflorescencias con la mayoría de sus flores abiertas. Los organismos colectados se fijaron en frascos etiquetados con alcohol al 70% (9 partes) y glicerina (1 parte), para la posterior identificación en el Laboratorio de Entomología del C. I. Nataima.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

**Desarrollo fenológico.** Según Meier (2001), el ciclo completo de desarrollo de las plantas se subdivide en diez fases o estadios principales, iniciándose con la germinación (estadio 0), y finalizando con la muerte o senescencia (estadio 9). Sin embargo, el presente estudio está relacionado solo con las siguientes fases: desarrollo de la yema, desarrollo del órgano floral y desarrollo del fruto.

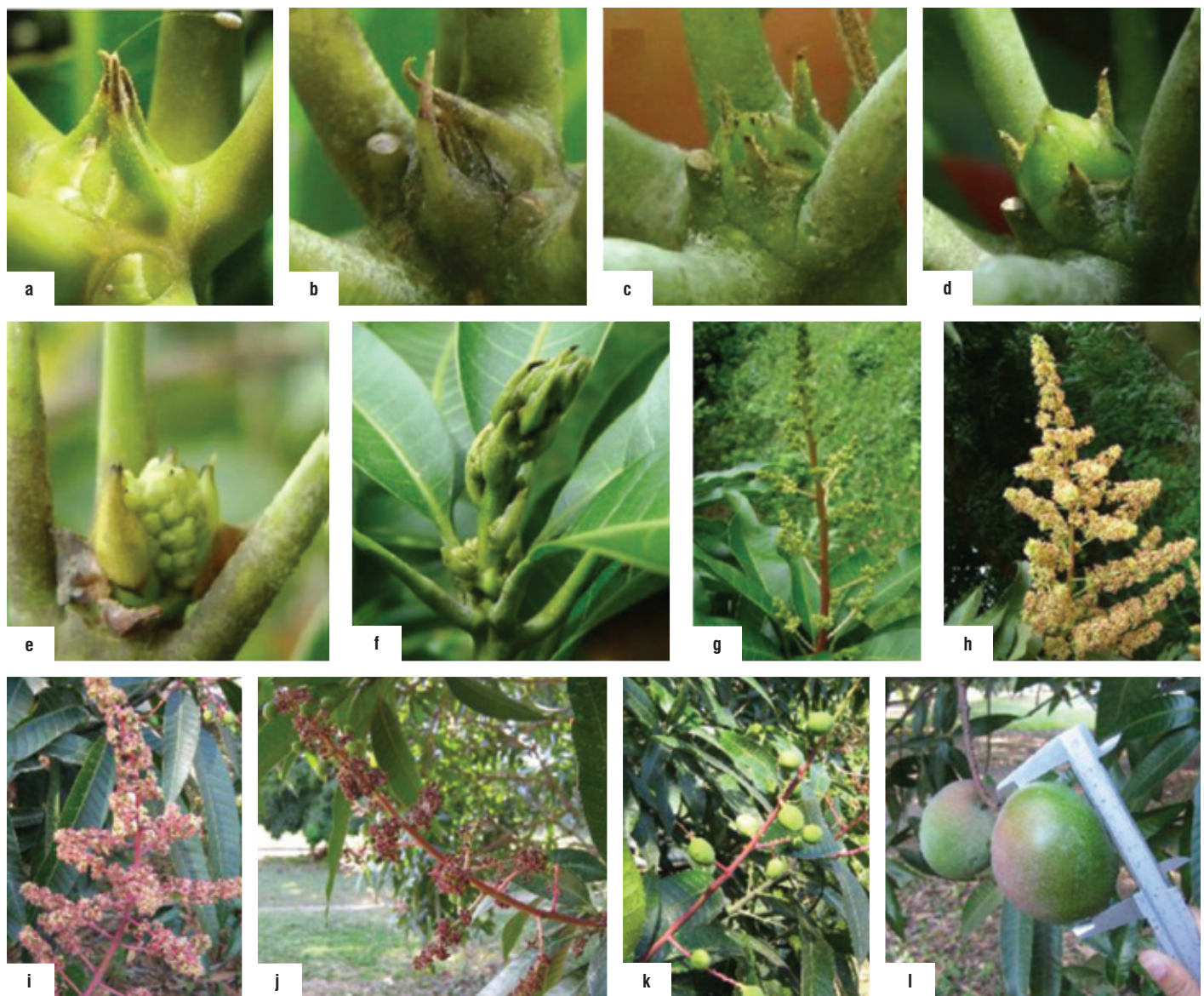
Los cambios fenológicos presentados fueron similares en los dos cultivares de mango. En el desarrollo de las yemas se establecieron cuatro estadios: 1. Yema en reposo. Las yemas vegetativas y de inflorescencias están indiferenciadas, cerradas y totalmente cubiertas por escamas,

las cuales se encuentran entrecruzadas o en punta; 2. Comienzo del hinchado de las yemas. Yema hinchada e inicio de la separación de escamas que cubren la yema, hasta quedar ligeramente separadas; 3. Abultamiento de las yemas. Apariencia abultada por el incremento en el tamaño (diámetro y longitud) de las yemas con separación de las escamas que cubren los meristemas y, 4. Ápices visibles. Incremento en el tamaño de la yema que presenta forma redonda y con escamas separadas. Primeros ápices verdes visibles (Figura 1).

Algunas yemas presentaron crecimiento vegetativo y otras permanecieron en latencia durante todo el estudio, por ello no fue posible determinar el tiempo de desarrollo desde el estado 1 al 4. Este resultado corresponde a un comportamiento normal en los árboles de mango ya que éstos no florecen en un 100% porque un porcentaje de las yemas apicales contribuye al flujo vegetativo o pueden continuar inactivos y brotar posteriormente (Pérez-Barrera *et al.*, 2008). Estos períodos de inactividad son más cortos en las plantas jóvenes, pero puede durar más de 8 meses en los árboles maduros (Davenport, 2000). Según Davenport (2009), el desarrollo de los brotes puede ser estimulado por factores ambientales, como el cambio de estación seca a lluviosa y por el cambio de temperaturas frías a cálidas. La iniciación también puede ser estimulada por factores antropogénicos, tales como poda, riego, aplicación de sustancias de nitrógeno y/o fertilizantes y la exposición al etileno.

Por tanto, cuando se presentan los cambios ambientales que favorecen la activación de las yemas, estos no influyen en el total de las yemas latentes en ese momento. Sin embargo, en este estudio se encontró una duración muy variada entre el paso del estado 3 al 4, desde 2 días hasta más de 3 meses. Según Osuna-Enciso *et al.* (2000), estas yemas que estuvieron en aparente letargo, realmente en este periodo ellas presentan cambios anatómicos relacionados con la iniciación floral. Tal vez, la razón por la cual las yemas se mantienen en ese estadio de iniciación floral, se debe a que en condiciones de campo, de manera simultánea se presentaron temperaturas bajas consideradas necesarias para la síntesis de sustancias promotoras de la floración, y temperaturas altas que pudieron interrumpir la síntesis de estos compuestos, como lo sugieren las observaciones de Reece *et al.* (1949) y Osuna-Enciso *et al.* (2000).

En el desarrollo del órgano floral (inflorescencia) se reconocieron cuatro estadios: 1. Las escamas se separan y se hacen visibles los primordios florales; 2. Arranca la elongación del eje de la inflorescencia con las flores que se hacen visibles pero están todavía cerradas (botón verde); 3. Apertura de las primeras flores individuales y ramificación



**Figura 1.** Cambios en la fenología reproductiva del mango 'Hilacha' y 'Tommy Atkins', en la región del valle del alto Magdalena. Desarrollo de la yema: a. estado 1; b. estado 2; c. estado 3; d. estado 4. Desarrollo del órgano floral: e. estado 1; f. estado 2; g. estado 3 y h. estado 4; Desarrollo del fruto: i. estado 1; j. estado 2. K. estado 3; l. estado 4.

de la inflorescencia. Aun continúa la elongación de la inflorescencia y, 4. Total desarrollo de la inflorescencia. Inflorescencia con la mayoría de sus flores abiertas a punto del amarre de frutos (Figura 1). Las inflorescencias que crecieron a partir de las yemas marcadas inicialmente, tuvieron una longitud promedio de  $28,6 \pm 0,8$  cm para el mango 'Hilacha' y  $23,2 \pm 1,2$  cm para 'Tommy Atkins'. El total desarrollo de las inflorescencias se da en un tiempo similar para los dos cultivares,  $17,4 \pm 0,7$  días para 'Hilacha' y  $17,8 \pm 1,2$  días para 'Tommy Atkins' (Figura 2; Tabla 1). Las yemas que se diferenciaron en brotes reproductivos, presentaron en su flujo vegetativo inmediatamente anterior un número de hojas muy variable entre 5 y 30 en el mango 'Hilacha', y entre 4 y 26 en 'Tommy Atkins'. Por tanto, en condiciones ambientales favorables para la flora-

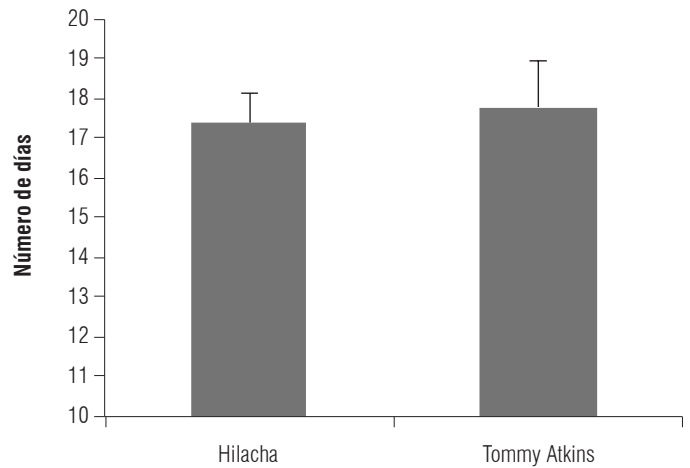
ción, el número de hojas en el flujo vegetativo anterior no fue determinante en la selección de las yemas que se desarrollan y forman una inflorescencia, probablemente los fitoasimilados de otras partes del árbol están influyendo en el desarrollo de estas yemas. Sin embargo, según Ramírez *et al.* (2010) y Ramírez y Davenport (2010) el número de hojas y la edad del último flujo vegetativo, rige la floración en las condiciones tropicales, porque las hojas son los sitios de producción del promotor florígeno (FP), esencial para la floración del mango, que luego se transporta a los brotes a través del floema.

Durante el desarrollo del fruto, se reconocieron cuatro estadios: 1. La inflorescencia tiene sus flores abiertas y algunas de ellas ya han sido fecundadas. Se encuentran los

primeros frutos visibles, apenas del tamaño de una cabeza de alfiler. Las flores comienzan a marchitar y caer; 2. Diámetro del fruto alcanza hasta los 10 mm. Las flores están marchitas y la mayoría ya han caído; 3. Diámetro del fruto hasta 2 cm. Todas las flores ya han caído y se inicia la caída fisiológica de algunos frutos y, 4. Se da un aumento de peso y dimensiones en los frutos (Figura 1).

El crecimiento del fruto es medido desde el momento en que presentaron un diámetro de 2 cm. Para los dos cultivares estudiados se observó, como señaló Fallas *et al.* (2010), que el fruto tiende a expandirse a un ritmo más lento conforme se acerca a la época de cosecha. En el mango 'Hilacha', el desarrollo total se dio entre los 33 y 79 días ( $X=55,9 \pm 2,7$  días), alcanzando un longitud promedio de  $7,6 \pm 0,2$  cm. En el mango 'Tommy Atkins', los frutos alcanzaron mayores dimensiones (largo  $11,4 \pm 0,3$  cm), razón por la cual estos frutos presentaron un ciclo de desarrollo más largo, entre los 40 y 111 días, ( $X=78,6 \pm 3,3$  días), similar al cultivar Ataulfo, en el cual se necesita entre 93 y 110 días para su desarrollo (Rodríguez *et al.*, 2006) (Figura 3; Tabla 1). En México, Guzmán (1996), señaló que 'Tommy Atkins' requiere de 100 días desde el cuajado hasta la madurez del fruto. Fallas *et al.* (2010) encontraron en Costa Rica, un largo promedio de 11,6 cm a los 110 días después de la máxima floración. Según estos autores, el crecimiento de los frutos de 'Tommy Atkins', se presenta inicialmente en un período que oscila entre los 79 a 93 días después de la floración donde se muestra mayor incremento en peso fresco y seco (42 y 41%, respectivamente), y de los 93 a los 110 días se mantiene el aumento en el peso seco (40%), pero el peso fresco baja (27%), lo cual refleja una disminución en el contenido de agua en las etapas cercanas a la cosecha.

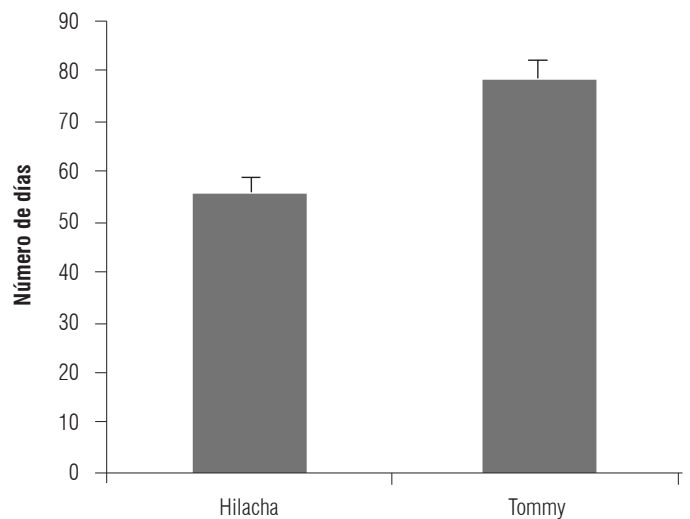
El porcentaje del cuajado del fruto, en relación al número total de flores por inflorescencia fue muy bajo, generalmente con 1 o 2 frutos para los dos cultivares (0,04% a 0,08%). Aunque en algunos casos en el mango 'Hilacha', se observó el desarrollo de hasta 5 y 6 frutos por inflorescencia (0,2%). Posiblemente esto se debe al menor tamaño que estos presentaban con relación a los frutos de 'Tommy Atkins', lo que facilita el amarre de más frutos por inflorescencia. Sin embargo, varios factores son responsables de estos bajos porcentajes de frutos madurados por ejemplo, el gran número de flores perfectas que no son polinizadas, el alto número de flores masculinas en la panícula, el efecto de competencia entre el número de frutos en desarrollo, polinización limitada, insuficiente polen, al daño producido por antracnosis, caída de flores por vientos, riegos pesticidas, etc. (Pinto, 2004; Santamaría, 2004). Según Sergent (1999) el desarrollo y fijación de frutos por panícula depende del cultivar, en 'Tommy Atkins' generalmente forman uno y en 'Irwin' e 'Sensation' forman dos o más por panícula.



**Figura 2.** Tiempo de desarrollo del órgano floral de mango 'Hilacha' y 'Tommy Atkins', desde el estado 1, cuando las escamas se separan y se hacen visibles los primordios florales, hasta el estado 4, total desarrollo de la inflorescencia, con la mayoría de sus flores abiertas. Las barras sobre las columnas indican desviación estándar.

**Tabla 1.** Duración de los estados fenológicos en los cultivares de mango 'Hilacha' y 'Tommy Atkins', en la región del valle del alto Magdalena.

Estado fenológico	Días de desarrollo	
	Hilacha	Tommy Atkins
Desarrollo del órgano floral	12-25	12-28
Desarrollo del fruto (inicio de 2 cm de diámetro)	33-79	40-111



**Figura 3.** Desarrollo del fruto de mango 'Hilacha' y 'Tommy Atkins', desde el estado 1, con frutos visibles, apenas del tamaño de cabeza de alfiler, hasta el estado 4, donde los frutos alcanzaron el mayor peso y dimensión. Las barras sobre las columnas indican desviación estándar.

**Caracterización morfológica.** Según los resultados obtenidos, las inflorescencias de los cultivares Hilacha y Tommy Atkins comparten varias características cualitativas:

**Tabla 2.** Características cualitativas de las inflorescencias de mango 'Hilacha' y 'Tommy Atkins' en la región del valle del alto Magdalena. DeFl: densidad de flores; UbFIHe: ubicación del mayor porcentaje de hermafroditas en la inflorescencia; For: forma de la panícula; TBro: tipo de brote; Brac: presencia de brácteas; CoSol: color de la panícula expuesta al sol; CoSom: color de la panícula a la sombra PiPa: pilosidad de la panícula; DenPe: densidad de pelos; FraFlo: fragancia de las flores.

Cultivar	DeFl	UbFIHe	For	TBro	Brac	CoSol	CoSom	Pil	DenPe	FraFlo
Hilacha	Media	Tercio superior	Cónica	Puro	Presente	Rojo	Rojo	Pilosa	Moderada	Presente
Tommy Atkins	Media	Tercio superior	Piramidal	Puro	Presente	Rojo	Rojo	Pilosa	Abundante	Presente

**Tabla 3.** Características cualitativas de las flores de mango 'Hilacha' y 'Tommy Atkins' en la región del valle del alto Magdalena. CoPet: color de los pétalos; PoEsPis: posición del estambre con relación al pistilo; NEst\_estmH: Número estambres/estaminodios en hermafrodita; NEst\_estmM: Número estambres/estaminodios en masculina.

Cultivar	CoPet	PoEsPis	NEst_estmH	NEst_estmM
Hilacha	Lila en el centro del pétalo	Paralela	5 estambres con 1 fértil	5 estambres con 1 fértil
Tommy Atkins	Lila en el centro del pétalo	Paralela	5 estambres con 1 fértil	5 estambres con 1 fértil

**Tabla 4.** Características cuantitativas de las inflorescencias de mango 'Hilacha' y 'Tommy Atkins' en la región del valle del alto Magdalena. PePa: Peso de la panícula en gramos; #ToFl: número total de flores; #FIHe: número de flores hermafroditas; #FloMa: número de flores masculinas; %FIHe: porcentaje de flores hermafroditas; FIH:M: relación hermafroditas masculinas; #RSec: número de raquillas secundarias; #RTer: número de raquillas terciarias; LaPa: largo de la panícula (cm); APa: ancho de la panícula (cm); LPed: longitud del pedúnculo (cm); APe: ancho del pedúnculo (cm).

Cultivar	Variable	PePa	#ToFl	#FIHe	#FIMA	%FIHe	FIH:M	#RSec	#RTer	LaPa	APa	LPe	APe
Hilacha	Media	29,2	2235	426	1058	21,7	1:2,48	40	373	31,6	16,9	0,2	0,7
	Mínimo	12,4	880	62	296	2,8	1:4,77	33	192	24	12	0,1	0,5
	Máximo	60,3	4466	828	2122	42,8	1:2,56	47	531	36	27	1,4	0,9
Tommy Atkins	Media	29,7	2041	661	707	32,4	1:1,06	33	245	22,4	20,5	0,2	0,7
	Mínimo	12,5	955	124	231	9,8	1:1,86	18	120	5	9	0	0,5
	Máximo	54	3173	1099	1473	45,8	1:1,34	44	408	39	33	1	1

**Tabla 5.** Características cuantitativas de las flores de mango 'Hilacha' y 'Tommy Atkins' en la región del valle del alto Magdalena. Variables: NPetalos: número de pétalos; NSepalos: número de sépalos; TaFlo: Tamaño de la flor (cm); FoDis: forma del disco; LoPis: longitud del pistilo; LoEsFe: Longitud del estambre fértil.

Cultivar	Variable	Npetalos	NSepalos	TaFlo	FoDis	LoPis	LoEsFe
Hilacha	Media	5	4,9	6,8	2,7	2	2,7
	Mínimo	4	4	6	2	1,2	2
	Máximo	6	5	9	4	2,5	3,2
Tommy Atkins	Media	5	5	7,5	2,8	2	2,8
	Mínimo	4	4	6,2	2	1,5	2,2
	Máximo	6	5	9	3,8	2,5	3,2

densidad media de flores en la panícula, ubicación del mayor porcentaje de flores hermafroditas en el tercio superior, brotes de tipo puro (solo flores), con brácteas, coloración rojiza por el lado expuesto al sol y a la sombra y flores con fragancia. Las flores tienen una coloración lila en el centro del pétalo, la posición del estambre con relación al pistilo es paralela, y tienen en general 5 estambres con uno fértil en las flores hermafroditas y en las masculinas (Tabla 2 y 3). Algunas de estas características no coinciden con lo encontrado por Avilan *et al.* (1998), en la caracterización de árboles "criollos" en Venezuela, los cuales presentaron inflorescencias con brácteas o sin ellas y flores con o sin fragancia. La ubicación del mayor porcentaje de hermafroditas en el tercio del extremo de

la panícula coincide con lo escrito por Medina (1981) y con los trabajos previos de Singh (1969) y Arellano (1996) donde encontraron el mayor porcentaje en el tercio apical y central de la panícula.

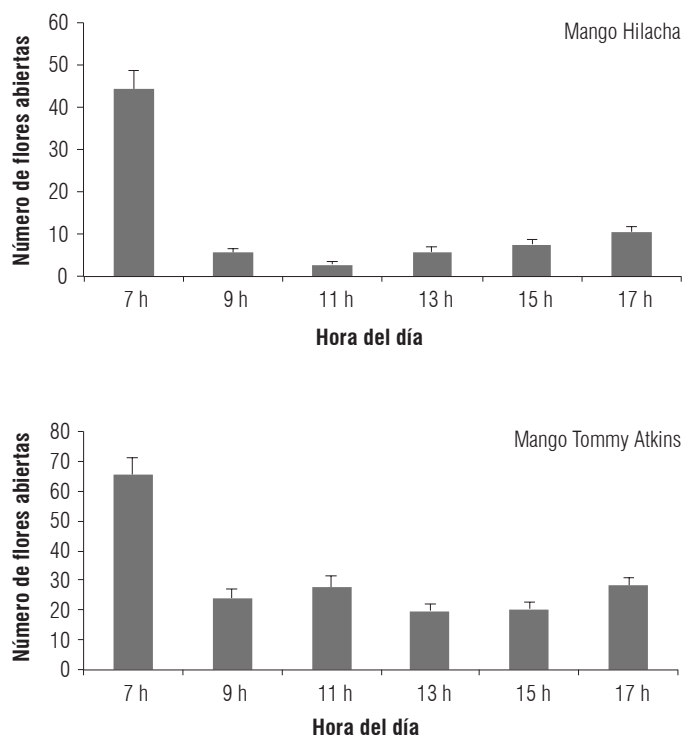
Los cultivares difieren según sus características cualitativas, en la densidad de pelos en la panícula, siendo moderada para 'Hilacha' y abundante para 'Tommy', así como en la forma de la panícula, cónica para 'Hilacha' y piramidal para 'Tommy Atkins'. La diferencia en la forma de la panícula también se refleja en los datos cuantitativos del ancho ('Hilacha'  $16,9 \pm 0,7$  cm; 'Tommy Atkins'  $20,5 \pm 1,2$ ) y largo ('Hilacha'  $31,6 \pm 6,3$  cm; 'Tommy Atkins'  $22,4 \pm 4,5$  cm) de la panícula (Tabla 4 y 5).



**Figura 4.** Antesis en el cultivar de mango Hilacha, en la región del valle del alto Magdalena.

Según las características cuantitativas, las inflorescencias de los dos cultivares son similares en cuanto al peso ('Hilacha'  $29,2 \pm 2,5$  g; 'Tommy Atkins'  $29,7 \pm 2,5$  g) como en la longitud del pedúnculo ( $0,2 \pm 0,05$  cm) y el ancho del pedúnculo ( $0,7 \pm 0,03$  cm). Los dos cultivares tienen flores con 5 sépalos, 5 pétalos y su tamaño varía entre 6 y 9 cm. Los datos del número de flores totales, flores hermafroditas, flores masculinas, porcentaje de hermafroditas por inflorescencia y relación flor hermafrodita: masculina, están entre los rangos que presentaron algunos cultivares de mango venezolanos (Avilan *et al.*, 1998). Sin embargo, en este estudio los datos para el mango 'Tommy Atkins' difieren un poco de los encontrados para el mismo cultivar en Venezuela (#ToFl: 2701; #FlHe:719; #FlMa: 1698; %FlHe: 26,6) (Avilan *et al.*, 1998). Así mismo, se observa que las inflorescencias del mango 'Hilacha' tiene una mayor ramificación que las de 'Tommy Atkins', tomando como referencia el mayor número de raquillas secundarias y terciarias ('Hilacha'  $40 \pm 0,9$  y  $373 \pm 19,2$ ; 'Tommy Atkins'  $33 \pm 1,0$  y  $245 \pm 14,2$  respectivamente).

En cuanto al porcentaje de flores hermafroditas, este se encuentra entre el rango de 1,25 a 81% sugerido por Nakasone y Paull (1998). Se considera que estos cultivares tienen un buen porcentaje ('Hilacha' 21,7%; 'Tommy Atkins' 32,4%), teniendo en cuenta que los árboles con valores menores a 4% indican pocas posibilidades reproductivas (Singh, 1969). Según Whiley y Searle, citados por Gehrke *et al.* (2011) una reducción en la relación de flores perfectas es más notoria en grupos de cultivares poliembriónicos tropicales. Esto se confirma al obtener un porcentaje en el mango 'Hilacha' menor que el de 'Tommy Atkins'. Anila y Radha (2003), en la India, observaron porcentajes de flores hermafroditas en 6 variedades de mango, variando entre 44,39% en 'Alphonso' y 15,77% en 'Muvandan'. Según Davenport y Núñez (1997) la relación sexual es menos crítica que otros factores que afectan el amarre y la retención de frutos en mango, dada la gran cantidad de flores emitidas en esta especie en relación con el número de frutos requeridos para lograr cosechas rentables.



**Figura 5.** Registro de antesis en los cultivares de mango 'Hilacha' y 'Tommy Atkins', en la región del valle del alto Magdalena. Las barras sobre las columnas indican desviación estándar.

**Antesis.** Para los dos cultivares, se encontró que las flores pueden completar la apertura floral en menos de 2 horas (Figura 4). Por otra parte, el intervalo de 14 horas, comprendido entre las 17:00 h y las 7:00 h, periodo en que se presentó la mayor apertura floral (Figura 5), indicando una mayor ocurrencia en condiciones de oscuridad y de menor temperatura (en la noche y en las primeras horas de la mañana). Según Pimentel *et al.* (1984) la antesis generalmente ocurre en la noche en cultivares poliembriónicos, y en la noche o en la madrugada en tipos monoembriónicos (Randhawa y Damodaran, 1961). De igual manera Rodríguez *et al.* (2002), registraron este evento en la noche o en las primeras horas de la mañana. Por el contrario Siqueira *et al.* (2008), en el valle de San Francisco-Brasil,

**Tabla 6.** Porcentaje de la viabilidad del grano de polen del mango 'Hilacha' y 'Tommy Atkins' en la región del valle del alto Magdalena.

Cultivar	Número de anteras	Número de granos de polen por antera	Número total de granos de polen	Granos viables (Teñidos)	Granos no viables (No teñidos)	Porcentaje de granos viables	Porcentaje de granos no viables
Hilacha	30	300	9000	7691	1309	85,5	14,5
Tommy Atkins	30	300	9000	7508	1492	83,4	16,6

**Tabla 7.** Tamaño y conteo de los granos de polen en los cultivares de mango 'Hilacha' y 'Tommy Atkins' en la región del valle del alto Magdalena.

Rango	Tamaño ( $\mu\text{m}$ )		Conteo por antera	
	Hilacha	Tommy Atkins	Hilacha	Tommy Atkins
Media	31,0	31,1	1313,0	1002,0
Mínimo	25,9	27,1	0	138,9
Máximo	37,6	40,6	2777,0	3472,2

registraron la antesis en mango 'Tommy Atkins' como diurna, sin hacer referencia a las aperturas nocturnas. Así mismo, Mukherjee (1985) indicó la mayor concentración de apertura entre las 9 y 11 horas. Sin embargo, este autor comenta la existencia de una variación dependiendo de las condiciones climáticas de la región. Cabe notar que mientras se realizaron las observaciones de la antesis, la presencia del aroma de las flores siempre fue notoria, como un atrayente de los insectos polinizadores.

**Descripción del grano de polen.** La viabilidad de los granos de polen fue de 85,5% en el cultivar de mango 'Hilacha' y 83,4% en 'Tommy Atkins' (Tabla 6). Estos son porcentajes menores al 93% registrado anteriormente para 'Tommy Atkins' (Siqueira *et al.*, 2008). Estas características pueden ser debidas no solo por características genéticas de la especie sino también por las condiciones climáticas imperantes en cada región donde se realicen las evaluaciones.

Al observarse en el microscopio el grano de polen en estado hidratado, presentó una forma esférica y un tamaño promedio de  $31 \pm 0,2 \mu\text{m}$  para los dos cultivares. Esto concuerda con Davenport (2009), quien indica un tamaño entre 20-45  $\mu\text{m}$  con forma oblonga cuando secos y más esférica cuando hidratados (Tabla 7). Siqueira *et al.* (2008), reportaron un menor tamaño en 'Tommy Atkins', que varía entre 16,0 y 28,5  $\mu\text{m}$ . De la misma manera, para los dos cultivares los granos de polen se presentaron tricolpados, en concordancia con lo señalado por Gehrke *et al.* (2011) y Mukherjee (1953) para otros cultivares de mango.

El cultivar de mango Hilacha presentó mayor cantidad de granos de polen por antera ( $1313 \pm 100$ ) en comparación con 'Tommy Atkins' ( $1002 \pm 93,9$ ) (Tabla 7). Según Siqueira *et al.* (2008) en 'Tommy Atkins', hay en promedio 920 granos por antera, menor al presentado en este estudio. Diversos estudios citados por Davenport (2009), mencionan contenidos de 250 a 650 granos por antera, con una

media de 410. Además de las condiciones ambientales, la diferencia en el número de granos por antera, puede estar relacionada con el tipo de flor, tanto hermafrodita como masculina, seleccionada para esta medición. Según Mukherjee (1953), en el mango se presenta una baja producción de polen por antera, contrario con la producción de néctar que se da en cantidades significativas.

**Visitantes florales.** Entre la fauna asociada, se encontraron un total de 515 visitantes florales que pertenecen a seis ordenes taxonómicos: Coleoptera (77%), Diptera (12%), Hemiptera (0,8%), Homoptera (0,2%), Himenoptera (7%) y Lepidoptera (1%) y a la clase Arachnida (2%). Todos estos grupos taxonómicos se presentaron en los dos cultivares evaluados, excepto el orden Homoptera, del cual se encontró solo un individuo en el mango 'Hilacha' (Tabla 8, Figura 6). De igual manera el mayor número de individuos colectados, se presentó en el mango 'Hilacha' (298 individuos).

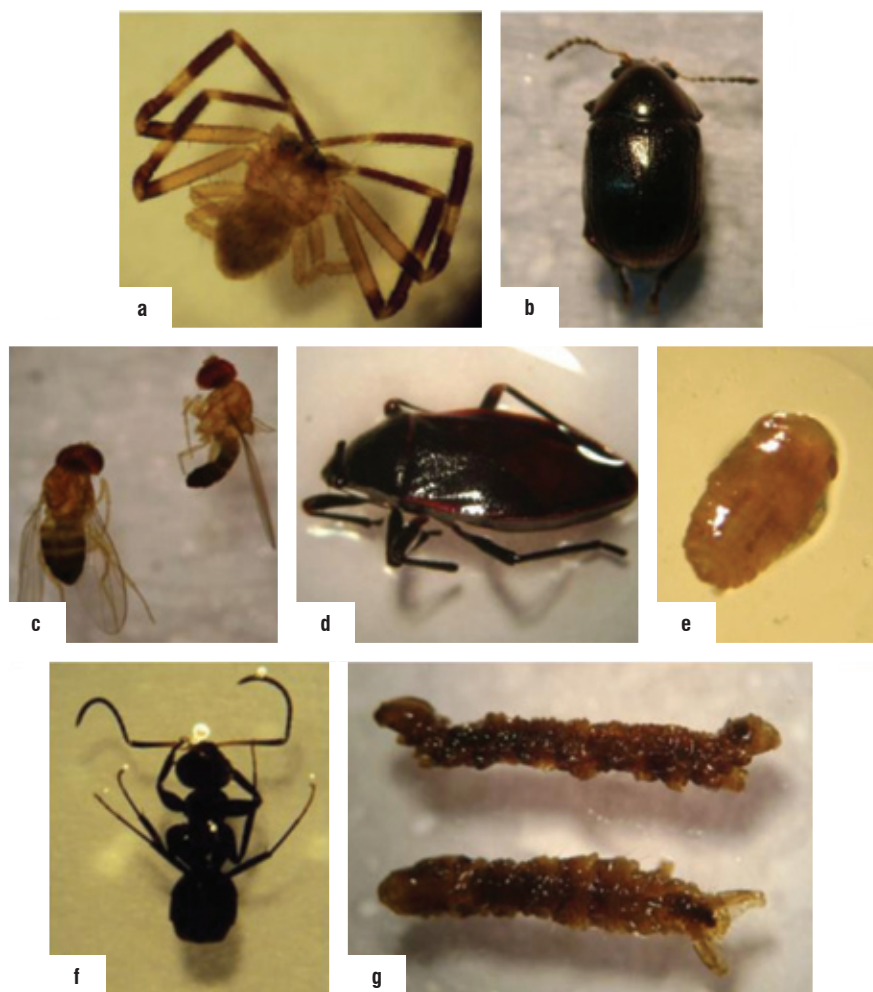
De los seis ordenes mencionados anteriormente, cinco (Coleoptera, Diptera, Hemíptera, Himenoptera y Lepidoptera) ya han sido registrados como visitantes o polinizadores de mango en el sur de Taiwán, encontrando que la mayoría de los insectos pertenecían al orden Diptera y el Himenoptera (Sung *et al.*, 2006). Así mismo, Siqueira *et al.* (2008) encontraron en árboles de 'Tommy Atkins' en el municipio de Petrolina-Brasil insectos de los ordenes Diptera, Himenoptera y Lepidoptera.

El método de muestreo que se utilizó tiene un sesgo en el tipo de especies colectadas, así, es posible que en estas inflorescencias la abundancia encontrada no sea la real. Sin embargo, el orden más abundante, de acuerdo al número de individuos colectados es el Coleoptera, para los dos cultivares, seguido por el Diptera en el mango 'Hilacha' y por el Himenoptera en 'Tommy Atkins'. Esto coincide con los reportes de insectos del orden Diptera, como los



**Tabla 8.** Visitantes florales colectados en los árboles de los cultivares de mango Hilacha y Tommy Atkins en la región del valle del alto Magdalena.

	Hora colecta	Arachnida	Coleoptera	Diptera	Hemiptera	Homoptera	Hymenoptera	Lepidoptera
Hilacha	08:00 - 09:00 h	1	57	20	1	1	5	
	11:00 - 12:00 h		77	11	2		2	2
	14:00 - 15:00 h	2	47	3			5	
	17:00 - 18:00 h	2	45	12			3	
	TOTAL = 298	5	226	46	3	1	15	2
Tommy Atkins	08:00 - 09:00 h		67	6	1		13	1
	11:00 - 12:00 h	3	32	2			2	2
	14:00 - 15:00 h	2	48				6	
	17:00 - 18:00 h	1	21	8			2	
	TOTAL = 217	6	168	16	1	0	23	3



**Figura 6.** Visitantes encontrados en las inflorescencias de mango en la región del valle del alto Magdalena: a. Clase Arachnida; b. Orden Coleóptera; c. Orden Díptera; d. Orden Hemíptera; e. Orden Homóptera; f. Orden Himenóptera y g. Orden Lepidóptera.

visitantes más asiduos de las flores de mango en Costa Rica y la India (Bahtia *et al.*, 1995; Jiron y Hedstrom, 1985; Mora *et al.*, 2002). Esto se debe a la disposición del néctar sobre una glándula expuesta que favorece a los Dipteros los cuales poseen un aparato bucal lamedor, sin embargo el néctar también está accesible a otros visitantes de aparato bucal corto que pueden contribuir para la polini-

zación (Viana *et al.*, 2006). Dag y Gazit (2000), realizaron experimentos en Israel con la variedad Keitt, y encontraron una producción de 1 kg por planta sin visitantes florales y una producción de 61 kg por planta cuando usaron insectos de los órdenes Diptera, Hymenoptera y Coleoptera, resaltando la importancia de su presencia en el cultivo.



**Figura 7.** Registro fotográfico de los visitantes florales en mango en la región del valle del alto Magdalena: a. Cultivar Hilacha; b. Cultivar Tommy Atkins.

## CONCLUSIONES

Entre los cultivares de mango Hilacha y Tommy Atkins, los cambios fenológicos reproductivos son similares, pues no se observaron diferencias morfológicas durante el desarrollo de la yema hasta la formación del fruto. Sin embargo, algunas características morfológicas en las inflorescencias como la forma, el ancho, el largo, la densidad de pelos y el grado de ramificación permiten reconocer los cultivares en campo.

Algunas características de la biología floral observadas en el cultivar de mango criollo Hilacha, tales como el mayor número de granos de polen, su mayor viabilidad y la fijación de un mayor número de frutos por inflorescencia sugieren una mayor adaptación de este mango a las condiciones ambientales del departamento de Tolima. Esto indica que tiene mayores opciones en obtener una alta polinización, fecundación y finalmente una mayor producción de frutos.

A pesar de las diferencias en la morfología de la inflorescencia y la biología floral entre los cultivares de mango, estos presentaron los mismos visitantes florales. Los siete ordenes encontrados fueron Aracnida, Coleoptera, Diptera, Hemiptera, Homoptera, Himenoptera y Lepidoptera, se presentaron en los dos cultivares evaluados,, excepto el orden Homoptera, del cual se encontró solo un individuo en el mango 'Hilacha'.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Programa Jóvenes Investigadores e Innovadores "Virginia Gutiérrez de Pineda"- Colciencias, a la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria-Corpoica, quienes financiaron y proporcionaron los materiales para la realización de este trabajo y a los revisores anónimos que ayudaron a mejorar la calidad del presente artículo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anila R, Radha T. 2003. Studies on fruit drop in mango varieties. *J Trop Agr* 41:30-32.
- Arellano J. 1996. Caracterización de la panícula floral de 10 variedades de mango (*Mangifera indica* L.) [Trabajo de grado]. Maracay, Venezuela: Facultad de Agronomía, Universidad Central. 74 p.
- Avilan L, Dorantes I, Rodríguez M, Arellano J. 1998. Caracterización y comportamiento floral de algunos cultivares de mango. *Agron Trop* 48:69-82.
- Bahtia R, Gupta D, Chandel J, Sharma N. 1995. Relative abundance of insect visitors on flower of major subtropical fruits in Himachal Pradesh y their effect on fruit set. *Indian J Agr Sci* 65:907-912.
- Bally ISE. 2006. *Mangifera indica* (mango), ver. 3.1. En: Elevitch CR, editor. Species Profiles for Pacific Island Agroforestry. Hawaii: Permanent Agriculture Resources - PAR, <http://www.agroforestry.net/tti/Mangifera-mango.pdf>; consulta: junio de 2011.
- Bastidas S, Peña E. 1999. Producción de híbridos intervarietales de cocotero (enano x alto) en fincas de agricultores. Mosquera, Colombia: Corpoica. 24 p.
- Blas SR, Julca OA, Baudoin J. 2006. Inducción floral de Arracacha (*Arracacia Xanthorrhiza* Bancroft). *Idesia* 24:31-36.
- Corredor PJ. 2008. Caracterización morfológica de la variabilidad de mango criollo (*Mangifera indica* L.) presente en el departamento del Tolima [Trabajo de grado]. Ibagué, Colombia: Facultad de Ciencias, Universidad del Tolima. 121.
- Dag A, Gazit S. 2000. Mango pollinators in Israel. *J Appl Hort* 2:39-43.
- Davenport TL. 2000. Processes influencing floral initiation and bloom: the role of phytohormones in a conceptual flowering model. *HortTechnology* 10(4):733-739.
- Davenport TL. 2009. Reproductive physiology. En: Litz RE, editor. The mango: botany production and uses. Wallingford, UK: CAB International. pp. 97-169.
- Davenport T, Núñez ER. 1997. Reproductive physiology. En: Litz RE, editor. The mango: botany production and uses. Wallingford, UK: CAB International. pp. 69-146.
- Fallas R, Bertsch F, Miranda E, Henríquez C. 2010. Análisis de crecimiento y absorción de nutrimentos de frutos de mango, cultivares Tommy Atkins y Keith. *Agron Costarric* 34:1-15.
- Gehrke VMR, Castillo VA, Ruiz BC, Moreno MJ. 2011. Viabilidad y germinación del polen en mango (*Mangifera indica* L.) cv. Ataulfo. *Interiencia* 36(5):378-385.
- Guzmán EC. 1996. Fruit growth on five mango cultivars in Sinaloa. En: Lavi U, Degani C, Gazit S, Lahav E, Pesis E, editors. Proceedings of the 5<sup>th</sup> International Mango Symposium; 1-6 septiembre de 1996; Tel Aviv, Israel: Society for Horticultural Science. pp. 459-464.
- [IGAC] Instituto Geográfico Agustín Codazzi. 2004. Estudio general de suelos y zonificación de tierras departamento del Tolima. Bogotá: IGAC.
- Jiron Lf, Hedstrom L. 1985. Pollination ecology of mango (*Mangifera indica* L.) (Anacardeaceae) in the neotropic region. *Turrialba* 35:269-277.
- Juliano J, Cuevas N. 1932. Floral morphology on the mango (*Mangifera indica* L.) with special reference to the Pico variety from the Philippines. *Philipp Agr* 21:15-24.
- Lenza E, Oliveira P. 2005. Biología reproductiva de *Tapirira guianensis* Aubl. (Anacardiaceae), uma espécie dióica em mata de galeria do Triângulo Mineiro, Brasil. *Rev Bras Bot* 28:179-190.
- Litz RE. editor. 1997. The mango: botany, production and uses. Wallingford, UK: CAB International. 587 p.
- Meier U. 2001. Estadios de las plantas mono-y dicotiledóneas [BBCH Monografía]. 2a ed. Limburgerhof, Alemania: Centro Federal de Investigaciones Biológicas para Agricultura y Silvicultura. 149 p.
- Medina JC. 1981. Manga. En: Manga: da cultura ao processamento e comercialização. Campinas: ITAL, (Serie Frutos Tropicais Vol 8)
- Mora MJ, Gamboa PJ, Murillo RE. 2002. Guía para el cultivo del mango. San José: Ministerio de Agricultura y Ganadería; Sistema Unificado de Información Institucional - SUNII; Instituto Nacional de Innovación y Transferencia de Tecnología Agropecuaria - INTA. 74 p.
- Mukherjee SK. 1953. The mango, its botany, cultivation, uses and future improvement. *Econ Bot* 7(2):130-162.
- Mukherjee SK. 1985. Systematic and ecogeographic studies of crop gene pools: I *Mangifera indica* L. Roma: International Board for Plant Genetic Resources - IBPGR. 86 p.
- Muñoz M. 2002. Contribución al estudio de la biología floral y reproducción sexual de pronto alivio: *Lippia alba* Mill. N. E. Browne ex Britton & Wilson. Verbenaceae [Tesis de maestría]. Palmira, Colombia: Universidad Nacional de Colombia. 44 p.
- Nakasone H, Paull RE. 1998. Tropical fruits. Wallingford, UK: CAB International. 445 p.
- Osuna-Enciso T, Engleman EM, Becerril-Román E, Mosqueda-Vázquez R, Soto-Hernández M, Castillo-Morales A. 2000. Iniciación y diferenciación floral en mango 'manila'. *Agrociencia* 34:573-581.
- Pérez-Barraza MH, Vazquez-Valdivia V, Osuna-García JA. 2008. Uso de giberelinas para modificar crecimiento vegetativo y floración en mango 'Tommy Atkins' y 'Ataulfo'. *Rev Chapingo Ser Hortic* 14(2):169-175.
- Pimentel RB, Coronel RE, Espino RFC. 1984. Floral biology and fruit set in mango (*Mangifera indica* L.) cultivars: "Carabao", "Pico" and "Kancha Mitha". *Philipp J Crop Sci* 9:47-51.
- Pinto AC de Q. 2004. Melhoramento genético da manga (*Mangifera indica* L.) no Brasil. En: Darezzo RJ, Aguiar RL, Aguilera GHA, Zambolim L, editores. Manga, produção integrada, industrialização e comercialização. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa - UFV. 604 p.
- Popenoe W. 1917. The pollination of the mango. *US Dept Agr, Bur Plant Ind, Bull* 542:1-20.
- Radford AE, Dickison WC, Massey JR, Bell CR. 1974. Vascular plant systematics. Nueva York: Harper & Row. 891 p.
- Ramírez F, Davenport TL. 2010. Mango (*Mangifera indica* L.) flowering physiology. *Scientia Hortic* 126(2):65-72.
- Ramírez F, Davenport TL, Fischer G. 2010. The number of leaves required for floral induction and translocation of the florigenic promoter in mango (*Mangifera indica* L.) in a tropical climate. *Scientia Hortic* 123(4):443-453.
- Randhawa GS, Damodaran VK. 1961. Studies on floral biology and sex-ratio in mango (*Mangifera indica* L.) I. A review. *Indian J Hortic* 18:9-35.
- Reece PC, Furr JR, Cooper WC. 1949. Further studies of floral induction in the 'Haden' mango (*Mangifera indica* L.). *Am J Bot* 36(10):734-740.
- Rodríguez M, Guerrero M, Sandoval R. 2002. Cultivo de mango. Guía Técnica. San Salvador: Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal-CENTA. 32 p.
- Rodríguez V, Lerma J, Silos M. 2006. Diagnóstico fenológico nutricional del mango (*Mangifera indica* L.) cultivar Ataulfo en el soconusco Chiapas. *Agrofaz* 6:121-136.
- Ross IA. 1999. Medicinal plants of the world, chemical constituents, traditional and modern medicinal uses. Totowa, NJ: Humana Press. 415 p.

- Santamaría HC. 2004. Estudio de la biología floral del caimito (*Chrysophyllum cainito* L.) en El Zamorano, Honduras [Tesis de grado]. Tegucigalpa: El Zamorano.
- Sergent E. 1999. El cultivo de mango (*Mangifera indica* L.): botánica, manejo y comercialización. Caracas: Universidad Central de Venezuela; Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico. Colección Monografías 72. 315 p.
- Sergent E, Casanova E, Leal F. 1993. Influencia de algunos factores climáticos y nutricionales sobre el rendimiento del mango (*Mangifera indica* L.) Rev Fac Agron (Luz) 10(3):287-296.
- Silva RM, Bandel G, Faraldo MIF, Martins PS. 2001. Biología reproductiva de etnovariedades de mandioca. Sci Agric 58:101-107.
- Singh L. 1969. Mango. En: Ferwerda PP, Wit F, editores. Outlines of perennial crop breeding in the tropics. Wageningen: Landbouwhogeschool. Miscellaneous Paper 4. pp. 309-327.
- Siqueira KMM, Kiill LHP, Martins CF, Lemos IB, Monteiro SP, Feitoza EA. 2008. Estudio comparativo da polinização de *Mangifera indica* L. em cultivo convencional e orgânico na região do Vale do Submédio do São Francisco. Rev Bras Frutic 30(2):303-310.
- Sousa JH, Pigozzo CM, Viana BF. 2010. Polinização de manga (*Mangifera Indica* L. - Anacardiaceae) variedade Tommy Atkins, no vale do São Francisco, Bahia. Oecol Aust 14:165-173.
- Spencer J, Kinnard W. 1956. Limited stigmatic receptivity may contribute to low fruit set in mango (*Mangifera indica* L.). Proc Am Soc Hort Sci 67:287-289.
- Sturrock T. 1944. Notes on the mango. Sturart, FL: Sturart Daily News. 122 p.
- Sung IH, Lin MY, Chang CH, Cheng AS, Chen WS. 2006. Pollinators and their behaviors on mango flowers in southern Taiwan. Formosan Entomol 26:161-170.
- Young TW. 1942. Investigations of the unfruitfulness of Haden mango in Florida. Proc Fla State Hort Soc 55:106-110.
- Viana BF, Pigozzo CM, Sousa JH, Carvalho LAS. 2006. Plano de manejo para polinizadores: A mangueira, e seus potenciais polinizadores na região do vale medio Sao Francisco, Juazeiro, Bahia. Manual Técnico. Salvador, Brasil: Probio, [http://www.labea.ufba.br/polinfrut/manuais/manual\\_mangueira.pdf](http://www.labea.ufba.br/polinfrut/manuais/manual_mangueira.pdf); consulta: junio de 2011.